

Agricultures des savanes du Nord-Cameroun

Vers un développement solidaire
des savanes d'Afrique centrale



Projet Garoua

IRAD ■ CIRAD ■ ORSTOM

Ministère de la recherche scientifique et technique du Cameroun

Ministère français de la coopération

Caisse française de développement

Actes de l'atelier d'échange

25-29 novembre 1996

Garoua, Cameroun



Illustration de couverture
Récolte de sorgho, Cameroun.
J. Martin

© CIRAD 1997

Mauvaises herbes et désherbage des cultures de la rotation cotonnière

P. MARNOTTE, T. LE BOURGEOIS
CIRAD-CA, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France
J. MARTIN
CIRAD-CA / ISRA, BP 53, Bambey, Sénégal

Résumé — La gestion à long terme des enherbements des cultures n'est possible qu'à partir d'une compréhension de l'évolution des flores en fonction des conditions environnementales et des systèmes d'exploitation. Parallèlement aux études phytoécologiques, l'étude du cycle de développement des principales espèces en parcelle cultivée révèle les stratégies d'adaptation des espèces aux conditions de culture et permet d'élaborer de nouveaux systèmes de lutte intégrée intervenant sur les différents éléments de l'itinéraire cultural. La lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun doit prendre en compte l'ensemble du système de culture, dans un objectif de maintien à long terme des potentialités de ce système. Une expérimentation régulière sur le désherbage chimique permet d'établir un référentiel technique fiable. Cette acquisition d'information doit porter notamment sur les nouvelles familles d'herbicides afin de cibler le choix du produit en fonction de la flore dominante de la parcelle et d'éviter la sélection de flores résistantes, en disposant de plusieurs types de matières actives pour assurer une rotation des herbicides appliqués sur une culture. L'étude des pratiques paysannes de désherbage chimique met en évidence le regain d'intérêt porté à l'atrazine et au diuron sur les cultures de la rotation cotonnière. Devenu économiquement abordable et bénéficiant de l'appui des structures du développement, le désherbage chimique est maintenant bien répandu au Nord-Cameroun.

Mots-clés : mauvaise herbe, enherbement, système de culture, lutte intégrée, herbicide, désherbage, atrazine, diuron, Nord-Cameroun.

Gérer les enherbements

La gestion à long terme des enherbements des cultures constitue un élément très important de l'étude de la durabilité des systèmes de production.

Cette gestion n'est possible qu'à partir d'une compréhension des processus responsables du développement des adventices et de l'évolution des flores en fonction des conditions environnementales et des systèmes d'exploitation. Ce constat est à l'origine du développement des activités de phytoécologie du projet FAC régional de malherbologie de Garoua (1988-1991), puis de la section de malherbologie du projet Garoua II.

Dans de nombreuses exploitations agricoles de l'Afrique tropicale, où les surfaces mises en culture augmentent grâce à la mécanisation des travaux du sol et du semis, les opérations de désherbage manuel créent des goulots d'étranglement dans le calendrier cultural. De plus, on observe des situations où les disponibilités en terres ne sont plus suffisantes pour permettre, comme dans les systèmes traditionnels, la mise en jachère dès que l'enherbement des parcelles cultivées devient difficile à maîtriser ; la main d'œuvre, familiale ou salariée, n'a plus la capacité d'assurer convenablement la lutte contre l'enherbement qui s'aggrave au fil des cycles culturaux. L'utilisation d'herbicides est l'une des méthodes de lutte à mettre en œuvre pour résoudre ces problèmes.

C'est au Nord-Cameroun qu'a débuté, dès 1976, la vulgarisation de l'emploi du désherbage chimique en culture cotonnière. Au cours des années 80, cette innovation technique a été introduite dans de nombreux pays de l'Afrique subsaharienne et adoptée progressivement par un nombre croissant d'agriculteurs sur l'ensemble du système de culture. Malgré les importantes améliorations apportées par l'emploi des herbicides dans la lutte contre les adventices des

cultures des zones cotonnières d'Afrique, ce saut technologique laisse encore subsister quelques sujets de préoccupations. Certaines mauvaises herbes se révèlent difficiles à maîtriser et doivent faire l'objet de travaux spécifiques sans attendre que leur extension devienne catastrophique. Pour les principales cultures des zones soudaniennes et sahéliennes (cotonnier, maïs, sorgho, mil, riz, arachide, igname, manioc...), des formulations herbicides sont disponibles pour la vulgarisation du désherbage chimique. Il est néanmoins indispensable d'élargir le référentiel technique et de diversifier cette gamme de produits afin de cibler le choix du produit en fonction de la flore dominante de la parcelle et d'éviter la sélection de flores résistantes, en disposant de plusieurs types de matières actives pour assurer une rotation des herbicides appliqués sur une culture.

La contrainte liée à la maîtrise des mauvaises herbes doit être levée par une approche sur trois plans :

- connaissance des mauvaises herbes et de leur comportement en fonction des conditions des milieux agro-écologiques ;
- mise au point de techniques de lutte en relation avec les itinéraires culturaux et la gestion des parcelles (calendrier, rotation...) ;
- proposition de schémas de lutte intégrée pour des systèmes de production durables.

Bien connaître pour mieux lutter

Les travaux de phytoécologie effectués dans la rotation cotonnière du Nord-Cameroun ont permis de caractériser l'influence des facteurs du milieu agricole sur les mauvaises herbes. Ces études indiquent l'importance relative des différentes adventices des cultures de la région et mettent en évidence les espèces sur lesquelles doivent porter les efforts de désherbage. Au fil des successions culturales, certaines mauvaises herbes s'imposent comme dominantes dans les parcelles où elles sont installées :

- espèces annuelles sur lesquelles les herbicides vulgarisés en culture cotonnière montrent une faible efficacité *Commelina benghalensis*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Tridax procumbens*, *Ipomoea eriocarpa* ;
- espèces pérennes à organes de réserves, tubercules (*Cyperus rotundus*, *Cyperus esculentus*), rhizomes (*Imperata cylindrica*) ou racines (*Launaea chevalieri*) ;
- espèces parasites, comme *Striga hermonthica*.

Les méthodes de travail

Sur le plan méthodologique, ces études ont montré la grande complémentarité d'une approche floristique qualitative et quantitative et d'une approche phyto-

écologique à l'aide de méthodes statistiques nouvelles comme l'Analyse en composantes principales avec variables instrumentales (ACPVI). L'approche floristique permet de caractériser la flore, en appréhendant les préférences écologiques et l'importance agronomique des espèces de la région à partir de quelques diagrammes. Ainsi les principales contraintes agronomiques de la région dues aux mauvaises herbes sont rapidement mises en évidence. A partir de cette situation, l'analyse phyto-écologique par ACPVI successives permet de décomposer l'effet des principaux facteurs pédo-climatiques et agronomiques sur la distribution et le degré d'infestation des espèces. Ainsi il devient possible de répondre aux questions suivantes : Quels sont les problèmes de mauvaises herbes ? Dans quelles conditions se rencontrent-ils ? Quelle est leur évolution dans le temps ?

Des problèmes malherbologiques majeurs

Ces études révèlent l'importance agronomique majeure de *Commelina benghalensis* dans la région (LE BOURGEOIS, 1992). Le degré d'infestation de cette espèce est d'autant plus élevé que le système de culture est intensif. Cette espèce nitrophile bénéficie de forts apports d'engrais, et son développement végétatif est favorisé par les labours profonds ; de plus, elle est tolérante aux herbicides de prélevée du cotonnier (dipropétryne, métolachlor). Son cycle de développement s'est révélé particulièrement adapté à l'itinéraire technique préconisé en culture cotonnière, ce qui a eu pour effet d'accélérer sa prolifération, plus particulièrement dans la partie méridionale de la région d'étude. Ces connaissances permettent d'envisager de nouvelles méthodes de lutte intégrée contre cette espèce en réaménageant certaines étapes de l'itinéraire technique, notamment en labourant précocement.

Dans la province de l'Extrême-Nord, *Striga hermonthica* est la mauvaise herbe la plus nuisible des céréales, notamment en culture traditionnelle de zone sèche sur sol dégradé. Cependant, les préconisations de lutte contre cette espèce — par amélioration de la fertilité du sol ou par arrachage en fin de cycle cultural avant la dissémination, pour réduire le stock semencier du sol — se heurtent au problème de la non propriété du foncier par les agriculteurs (DOGGETT, 1965 ; OGBORN, 1970 ; RAMAIAH et PARKER, 1982). Ceux-ci ne peuvent s'investir financièrement, ni matériellement dans un travail dont les bénéfices ne seront perceptibles qu'à long terme (10-15 ans) sans être assurés d'en bénéficier, faute d'être propriétaires de la parcelle. Les recherches sur les céréales tolérantes, les cultures associées ou les

rotations avec de faux hôtes peuvent apporter des éléments de réponse à la lutte contre cette espèce (DOGETT, 1965 ; ROBINSON et DOWLER, 1966 ; KHADE, 1982 ; PARKINSON *et al.*, 1987).

Le tableau I synthétise les caractéristiques écologiques et agronomiques de 17 espèces, considérées à partir de leur fréquence et/ou de leur abondance comme les principales mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun.

Les cycles de développement

Parallèlement aux études phytoécologiques, l'étude du cycle de développement des principales espèces en parcelle cultivée nous informe sur les stratégies d'adaptation des espèces aux conditions de culture. Ces stratégies correspondent aux différentes combinaisons possibles entre le type biologique de l'espèce, le niveau de dormance de ses organes de reproduction (semences, tubercules ou bourgeons), les différentes phases de son cycle de développement et les possibilités de réactions aux pratiques culturales. Ces connaissances permettent d'élaborer de nouveaux systèmes de lutte intégrée intervenant sur les différents éléments de l'itinéraire cultural.

Impacts immédiats et perspectives

Certains de ces résultats, notamment les nouveaux itinéraires techniques visant à limiter les infestations de *Commelina benghalensis*, déjà ébauchés en 1992, sont passés dans le domaine de l'application avec succès chez les agriculteurs de la région du Sud-Est-Bénoué les plus durement touchés par cette espèce. Diverses solutions sont proposées pour limiter les infestations de *C. benghalensis*. La technique du faux semis — labour anticipé provoquant une levée précoce de l'adventice, et semis différé avec destruction préalable de l'adventice par un herbicide de contact — est une solution élégante qui n'est quasiment pas appliquée en raison du sous-équipement des agriculteurs. Avec le semis direct sans labour, technique de plus en plus répandue, les levées massives ne sont au contraire déclenchées qu'avec le premier sarclage, ce qui donne un avantage à la culture.

Pour une plus large diffusion des acquis sur les mauvaises herbes tropicales, Adventrop, flore couplée à un logiciel d'identification et de connaissances sur les adventices soudano-sahéliennes Adventrop Doc, a été réalisée à partir de l'ensemble des informations recueillies lors de ces études. Ce produit, qui allie un outil de terrain — la flore — et un outil de laboratoire — le logiciel —, a pour objectif de permettre une reconnaissance aisée de

Tableau I. Synthèse des amplitudes écologiques des principales mauvaises herbes du Nord-Cameroun.

Amplitude écologique	Espèce
Indifférente	<i>Digitaria horizontalis</i> <i>Commelina benghalensis</i> <i>Ipomoea eriocarpa</i> <i>Leucas martinicensis</i> <i>ennisetum pedicellatum</i>
Très large	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Corchorus tridens</i>
Large	<i>Commelina forskalaei</i> <i>Rottboellia cochinchinensis</i> <i>Hyptis spicigera</i>
Moyenne	<i>Striga hermonthica</i> <i>Commelina subulata</i>
Etroite	<i>Cyperus rotundus</i> <i>Digitaria argillacea</i> <i>Desmodium dichotomum</i> <i>Launaea chevalieri</i>

142 principales espèces, en précisant leur écologie et leur cycle de développement dans les systèmes de culture. Il s'adresse autant aux chercheurs non spécialisés en malherbologie, qu'aux agents du développement et de l'encadrement agricole et aux écoles de formation (GRARD *et al.*, 1995 ; LE BOURGEOIS et MERLIER, 1995).

Les travaux actuellement conduits en zones soudano-sahéliennes du Nord-Cameroun pourraient être étendus, d'une part, vers les régions à plus fortes pluviométries et, d'autre part, vers le Tchad et la République centrafricaine. En complément des résultats acquis, il est indispensable de prévoir un suivi de l'effet de ces nouvelles techniques de désherbage sur le fonctionnement des exploitations agricoles et sur le développement des peuplements de mauvaises herbes.

En plus des applications classiques d'herbicides de post-semis/pré-levée ou de post-levée, pour lesquels une expérimentation de base permettra l'actualisation régulière du référentiel technique, il est nécessaire de promouvoir les méthodes de lutte, adaptées à la diversité des situations agricoles et applicables à chacun des stades du cycle cultural.

Maîtriser les mauvaises herbes

L'herbicide : un outil du développement

Ce sont les applications de post-semis/pré-levée qui ont fait l'objet des premiers développements parce que ce sont des traitements rémanents, qui protègent la culture pendant sa phase d'installation, et dont le spectre d'efficacité est généralement assez large pour couvrir à la fois les graminées et les mauvaises herbes à feuilles larges ; de plus, leur époque d'application, le jour ou le lendemain du semis, ne présente pas d'ambiguïté, ce qui facilite beaucoup les consignes de vulgarisation.

Le coût des herbicides, qui ne sont que très rarement subventionnés, peut être le frein principal à leur utilisation. C'est pourquoi, afin de pouvoir les proposer à un prix compatible avec les disponibilités monétaires du paysan en début de campagne agricole, les efforts de vulgarisation ont porté, ces dernières années au Nord-Cameroun, sur des herbicides à base de molécules banalisées. Cette option présente un intérêt majeur : le faible coût de ces produits permet une plus grande diffusion de cette technique en milieu paysan.

Des tests ont été conduits pour préciser les doses d'application de l'atrazine et du diuron, produits banalisés vulgarisés respectivement sur les cultures de maïs et de cotonnier. Le diuron présente une efficacité acceptable ; cependant, la plus grande prudence est à recommander pour son utilisation, afin de limiter les risques de phytotoxicité sur la culture de cotonnier. Pour se prémunir contre les accidents avec le diuron, le surdosage sur sols sableux dégradés ou sur poquets mal refermés doit absolument être évité. L'atrazine ne présente pas de danger pour la culture de maïs aux doses préconisées, mais sa dose d'emploi doit être adaptée à la flore à maîtriser, surtout en présence de *Poaceae*, afin de garantir la meilleure efficacité possible.

Etablir un référentiel technique sur les méthodes de lutte

Les conditions agronomiques et économiques, dont dépend la rentabilité d'une application d'herbicide, évoluent très rapidement, alors que l'analyse du comportement d'un herbicide exige, dans le meilleur des cas, au moins trois années. Il faut donc, par une expérimentation régulière, constituer un référentiel technique fiable sur le désherbage chimique, dans lequel on puisse trouver des solutions adaptées à l'évolution du milieu agricole. Cette acquisition

d'information doit porter notamment sur les nouvelles familles d'herbicides.

Mises en œuvre depuis 1989 en collaboration avec différentes firmes phytosanitaires, les expérimentations sur les herbicides ont porté sur l'entretien des principales cultures de la rotation cotonnière (cotonnier, maïs, sorgho, arachide, niébé) afin, entre autres, de trouver des produits de substitution aux produits vulgarisés dans la région. Les tests ont été pratiqués aussi bien pour des applications à l'époque du semis (pré-levée et post-levée précoce) qu'en cours de culture (post-levée). Des essais ont également été effectués pour les désherbages de préparation de sol et pour la lutte contre les mauvaises herbes pérennes, *Launaea chevalieri*, *Imperata cylindrica* et *Cyperus rotundus*.

La démarche expérimentale pour la mise au point des traitements herbicides repose sur trois types d'essais successifs. Dans un premier stade, les essais d'efficacité déterminent l'activité des produits sur les mauvaises herbes, ainsi que la dose et l'époque d'application optimales. Ensuite, les essais de sélectivité permettent d'estimer les risques de phytotoxicité du traitement sur la culture. Enfin, les essais d'arrière-effet complètent ceux de sélectivité en estimant les risques de phytotoxicité du traitement herbicide pour la culture suivante.

Deux axes principaux ont guidé le choix des produits à tester : d'une part, l'élargissement de la gamme des produits banalisés et, d'autre part, l'étude du comportement de matières actives nouvelles.

Parmi les formulations testées, trop nombreuses pour être citées ici, se dégagent des produits qui ont montré une très bonne efficacité sur les espèces annuelles majeures, difficiles à maîtriser comme *Commelina benghalensis* ou *Rottboellia cochinchinensis*. Par ailleurs, il faut noter que la rémanence de certains traitements de prélevée peut être suffisante pour supprimer toute intervention complémentaire, notamment en culture de maïs.

En culture cotonnière, le désherbage au diuron, molécule banalisée actuellement vulgarisée, pourrait trouver une alternative avec le chlortoluron ; en culture de maïs, c'est l'amétryne qui pourrait être alternée avec l'atrazine. Pour l'avenir, le mélange oryzalin + diuron ou le thiazopyr sur cotonnier ainsi que les associations acclonifen + atrazine ou acétochlore + atrazine devraient permettre la résolution de problèmes spécifiques.

Les conditions d'emploi des herbicides totaux ont été précisées pour la destruction des couverts végétaux en dehors des périodes de culture. L'activité du glyphosate, qui reste le produit de référence sur l'ensemble des espèces pérennes, est améliorée sur *Imperata cylindrica* par le dédoublement des applications. Une diversification pourrait être offerte par

l'emploi du triclopyr sur *Cyperus rotundus* ou du fluroxypyr sur *Launaea chevalieri*.

De plus, il est indispensable de préciser que le recours aux herbicides doit tenir compte de l'organisation du calendrier cultural et des successions de cultures. Le choix du désherbage chimique peut être fait en fonction de l'assolement, en choisissant, par exemple, un traitement herbicide, efficace et peu coûteux, pour la culture de maïs, afin de libérer du temps pour l'entretien mécanique ou manuel des parcelles de cotonnier. Mais également, il est possible de raisonner l'emploi des herbicides sur la rotation, en détruisant les graminées dans les cotonniers et les mauvaises herbes à feuilles larges dans les céréales.

D'une lutte intégrale vers une lutte intégrée

La diversité des milieux, des systèmes de culture, des flores et des stratégies d'adaptation des espèces montrent que les méthodes de lutte ne peuvent être généralisées à toute une région agricole, mais doivent être raisonnées en fonction des conditions rencontrées localement. La qualité des pratiques culturales telles que le labour et les sarclages, et surtout la pertinence de leur date de réalisation en fonction du calendrier cultural et du niveau de développement de l'enherbement, apparaissent comme des éléments essentiels pour une limitation efficace des mauvaises herbes.

La lutte contre les mauvaises herbes en Afrique soudano-sahélienne ne signifie pas « éradication » des espèces présentes dans la parcelle car si leurs dégâts sur les cultures peuvent représenter 35 à 90 % de perte de rendement (DEAT, 1977 ; HAMDOUN, 1977), leur développement maîtrisé peut être valorisant (GLIESSMAN, 1987) dans une région comme le Nord-Cameroun où la fragilité des sols est très grande, notamment celle des sols ferrugineux (ROOSE, 1992).

En effet, les adventices limitent l'érosion hydraulique par ruissellement. Dans les Monts Mandara, au-dessus de Mora, les Mafa connaissent et utilisent cette propriété. Certaines espèces telles que *Sporobolus* spp. sont maintenues en place de façon à freiner l'écoulement de l'eau sur les terrasses de culture. Leurs racines en fragmentant le sol permettent une meilleure pénétration de l'eau. Lors des différents travaux du sol (labour, sarclage, buttage), leur biomasse constitue un apport de matière organique important surtout dans les sols ferrugineux dégradés dont la teneur en matière organique est très faible. En Côte d'Ivoire, MERLIER (1977) évalue entre 2 et 5 t/ha suivant le niveau d'entretien, la matière sèche produite par les mauvaises herbes dans une culture de maïs. Le système de culture actuel est très

exportateur. Quelle que soit la culture, il n'y a que très peu de restitution de matière organique (racines, feuilles, débris divers). Les tiges de cotonnier sont coupées et brûlées pour éviter des contaminations bactériennes ou fongiques d'une année sur l'autre. Les tiges de sorgho et de maïs sont utilisées pour la construction et l'alimentation du bétail durant la saison sèche, de même que les fanes d'arachide. Les mauvaises herbes constituent une partie non négligeable et parfois importante de la matière organique restituée au sol. Si certaines espèces nécessitent une extraction totale de la parcelle — (*Commelina benghalensis*, *Striga hermonthica*, *Cyperus rotundus*) — pour éviter une recontamination rapide, les autres espèces mises en andains lors des sarclages apportent une matière organique nécessaire au maintien de la structure et à la fertilité du sol.

D'autre part, certaines espèces ont une amplitude écologique très large, alors que d'autres ont une écologie stricte. Leur présence ou leur abondance, ou encore la combinaison de plusieurs d'entre elles, sont très riches en information sur les conditions pédo-climatiques d'une parcelle. Les agriculteurs installés depuis longtemps dans une région ont une connaissance empirique précise de ces propriétés. L'étude des mauvaises herbes telles qu'elle a été envisagée dans ce travail, permet de retrouver cette connaissance qui peut alors être utilisée pour évaluer les potentialités agronomiques des parcelles et des sols.

Ainsi, les espèces végétales qui peuplent les parcelles cultivées perdent peu à peu leur unique statut d'« espèces indésirables », ce qui nous renvoie à la définition citée par ANDERSON (1997) : « Plants for which man has not yet found a use ». Elles peuvent devenir des éléments utiles au maintien de la fertilité des sols et de bons indicateurs des potentialités de ces sols.

La lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun doit prendre en compte l'ensemble du système de culture, dans un objectif de maintien à long terme des potentialités de ce système. Le désherbage doit être raisonné géographiquement en fonction des flores de bases régionales et doit être ciblé à l'échelle de la parcelle en fonction de l'espèce dominante. Son rôle doit consister à limiter leur développement en dessous d'un seuil de nuisibilité qui prenne en compte non seulement la nuisibilité biologique par rapport à la culture et le seuil économique du désherbage tels qu'ils sont définis par CAUSSANEL (1989), mais également le « seuil agronomique » de nuisibilité. Celui-ci, en plus des aspects biologiques et économiques, tient compte des aspects positifs de la présence de certaines espèces pour la culture (cas des « plantes pièges » contre les parasites ou des légumineuses) ou des aspects négatifs dans le cas de plantes hôtes de parasites des cultures.

Le désherbage chimique en milieu paysan

En 1990, l'expérimentation multilocale montre que deux molécules banalisées, le diuron sur coton et l'atrazine sur maïs, utilisées à des doses relativement faibles, ont dans la plupart des situations la même efficacité que les spécialités ou les mélanges binaires proposés par les firmes (tableau II). Ces résultats sont affinés à partir de 1991 : doses et spectres d'action dans les essais d'efficacité, risques de phytotoxicité (sécurité d'emploi) dans des essais de sélectivité et d'arrière-effet sur la culture suivante, intérêts et limites dans des tests de valeur pratique en milieu paysan. La Sodécoton vulgarise dès 1992 le diuron à 720 g/ha et l'atrazine à 800 g/ha.

Les atouts et les faiblesses de l'atrazine et du diuron au Nord-Cameroun

L'atout-maître de l'atrazine

L'intérêt majeur de l'atrazine réside dans son efficacité contre *Commelina benghalensis* (MARTIN et GERARDEAUX, 1994). Après quelques années de culture semi-intensive, celle-ci devient dominante, difficile à maîtriser (repousses de sarclage), et très concurrentielle pour les cultures, en particulier dans la moitié sud de la zone cotonnière, plus arrosée. Elle germe massivement après tout travail superficiel du sol et affecte très tôt la majorité des surfaces en coton

et en maïs intensif, semées après un labour rapide en traction animale. Dans ces conditions, sur sol sableux à faible capacité d'échange — situation très fréquente dans les zones cotonnières du Cameroun et d'Afrique francophone —, un traitement de pré-levée du maïs avec une faible dose d'atrazine (800 g/ha) permet communément de maintenir la culture propre pendant plus d'un mois. Le buttage ainsi que le deuxième apport d'urée dans le cas des cultures intensives permet alors d'enfouir rapidement et efficacement les jeunes adventices présentes.

En 1994, la Sodécoton a étendu l'usage de l'atrazine aux cultures de maïs non intensives (labourées précocement, mais non ou peu fertilisées), avec un succès tel que les surfaces ont doublé en 1995 (3 700 ha). Le maïs, plante à cycle déterminé, est très sensible à la concurrence précoce et la maîtrise des adventices pendant le premier tiers ou la première moitié de son cycle lui assure, grâce à sa croissance rapide, un avantage définitif. L'excellente efficacité de l'atrazine sur *C. benghalensis* est indéniablement à l'origine du formidable essor du désherbage chimique du maïs, qui est presque toujours semé sur labour.

Les autres atouts de l'atrazine

Les essais d'efficacité et les tests en milieu paysan (MARTIN et GERARDEAUX, 1994) ont montré que l'atrazine à moins de 1 000 g/ha, présente en traitement de pré-levée un spectre d'action très large, sur poacées et cypéracées annuelles, commélinacées et dicotylédones. Elle est également utilisable en post-

Tableau II. Efficacité globale des herbicides testés (d'après GERARDEAUX, résultats d'expérimentation). Classement de faibles doses de diuron et d'atrazine par rapport à d'autres molécules, associations ou mélanges de molécules étudiées en pré-levée au Nord-Cameroun entre 1989 et 1991.

Molécules	Doses de matière active (g/ha)	Efficacité globale
Cotonnier		
diuron + pendiméthaline	1 000 + 750	supérieure aux témoins
diuron + fluométuron	750 + 750	
diuron	800	
fluométuron + prométryne	750 + 750	témoins
dipropétryne + métolachlor	720 + 480	
terbutryne + métolachlor	500 + 1 000	inférieure aux témoins
Maïs		
atrazine + métazachlor	1 200 + 800	équivalente aux témoins
atrazine + acétochlore	1 000 + 1 260	
atrazine	750	
atrazine + alachlore	1 000 + 1 000	témoins
atrazine + métolachlor	750 + 750	
métazachlore	1 200	inférieure aux témoins
acétochlore	1 150	

levée des adventices, avec une bonne efficacité contre les plantes latifoliées souvent dominantes après travail du sol, mais son efficacité est insuffisante contre les poacées, abondantes sur parcelles jeunes ou en semis direct sans labour. A cela s'ajoute l'absence de risque de phytotoxicité, d'une part, sur maïs et sorgho en pré ou post-levée, et, d'autre part, sur les cultures de coton ou de légumineuses suivantes, ce qui rend son domaine d'utilisation potentiellement très large.

La Sodécoton a débuté, dès 1992, la vulgarisation de l'atrazine en traitement de pré-levée sur sorgho, et en 1995 les surfaces traitées, bien qu'encore modestes, ont triplé par rapport à l'année précédente (1 500 ha). Le traitement herbicide concerne les cultures améliorées de sorgho rouge. Ils s'enherbent très rapidement, les poacées y étant généralement abondantes ou dominantes. Le traitement de pré-levée assure un bon démarrage à la culture et remplace le premier sarclage. Celui-ci est très exigeant en soins et en main-d'œuvre et s'étale souvent sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines, au détriment de la mise en place des cultures suivantes. Les cultures de sorgho couvrent environ 400 000 ha au Nord-Cameroun, dont 40 000 avec des variétés améliorées. L'impact potentiel du désherbage chimique du sorgho à l'échelle des systèmes de culture et de production est donc considérable.

Le cas du diuron

En culture cotonnière, la rémanence du diuron à 700-800 g/ha est équivalente à celle des herbicides de pré-levée antérieurement vulgarisés et approximativement deux fois moindre que celle de l'atrazine à 800-1 000 g/ha (en traitement de pré-levée). Il est fréquent de rencontrer un mois après le semis des cultures traitées très enherbées et déjà en retard pour un premier sarclage.

Lorsque le travail du sol est superficiel, les adventices lèvent rapidement et régulièrement, en même temps que les cotonniers, voire avant, surtout si une pluie survient entre la préparation du sol et le semis. L'exemple type de travail superficiel est fourni en culture motorisée par les scarifiages au cultivateur canadien, mais les labours en traction animale, tels qu'ils sont pratiqués par la plupart des paysans, conduisent généralement à des enherbements rapides. Dans les cas fréquents de parcelles infestées par *C. benghalensis*, on obtient en quelques jours une couverture totale du sol qui submerge les plantules de cotonniers. Dans ces conditions, un traitement de pré-levée permet de retarder les levées de *C. benghalensis* de quinze à vingt jours et autorise les cotonniers à prendre un avantage décisif, mais non définitif, par rapport aux adventices (MARTIN, 1991). En effet, dix jours après, les rangées de cotonniers forment une strate haute et discontinue

au-dessus du tapis dense de *C. benghalensis* qui occupe totalement la strate basse ; l'avantage des cotonniers s'amenuise rapidement avec le temps, car la densité du peuplement et la vitesse de croissance de *C. benghalensis* sont nettement supérieures à celles des cotonniers. Il est donc nécessaire, en relais du traitement de pré-levée, de prévoir un sarclage avant le trentième jour, si possible dès le stade 3 à 4 feuilles de *C. benghalensis*, pour amoindrir sa remarquable faculté à repousser par émission de racines caulinaires. Ce sarclage provoquera d'ailleurs une deuxième vague de levées de *C. benghalensis*, qu'il faudra aussi veiller à neutraliser.

Les traitements de pré-levée, au diuron ou avec les herbicides antérieurement vulgarisés, procurent à la culture cotonnière une protection limitée mais sensible. Leur intérêt, indéniable derrière les préparations du sol provoquant un réenherbement rapide et dense, décroît à mesure que les préparations sont de plus en plus nettoyantes. Cela explique, malgré une persistance d'action qui à première vue peut paraître faible, l'essor du diuron en culture cotonnière (figure 1), ainsi que le redémarrage du désherbage chimique en culture arachidière, avec près de 600 ha traitées au diuron en 1995.

Le problème de la sélectivité du diuron vis-à-vis du cotonnier

L'utilisation du diuron sur coton demande des précautions, car les risques de phytotoxicité sont réels. En Afrique francophone, le diuron fut très tôt jugé insuffisamment sélectif du cotonnier et fut quasiment proscrit. Cette situation remonte aux premiers essais des années 1960, où les doses proposées par les firmes et testées par la recherche étaient trop fortes pour des sols sableux. Depuis 1990, les essais d'efficacité et de sélectivité d'herbicides sur les cultures de coton ainsi que les observations faites dans de très nombreux tests en milieu paysan au Cameroun montrent qu'à des doses de 700-800 g/ha, le diuron présente les mêmes risques de phytotoxicité que les formulations binaires vulgarisées.

En effet, l'essentiel de la sélectivité du diuron et des autres herbicides vulgarisés est une sélectivité de position.

En milieu paysan, on observe fréquemment des symptômes de phytotoxicité, souvent limités aux cotylédons, atteignant parfois la première ou la deuxième vraies feuilles (espaces internervaires plus ou moins décolorés), sans préjudice majeur pour le développement ultérieur des cotonniers. Les cas de phytotoxicité sévère, avec forte réduction de croissance accompagnée de mortalité, sont rares mais existent dans le cas de sols très appauvris, de semis peu profonds ou de semis à poquets non refermés. Ces problèmes ne sont pas spécifiques au diuron et se

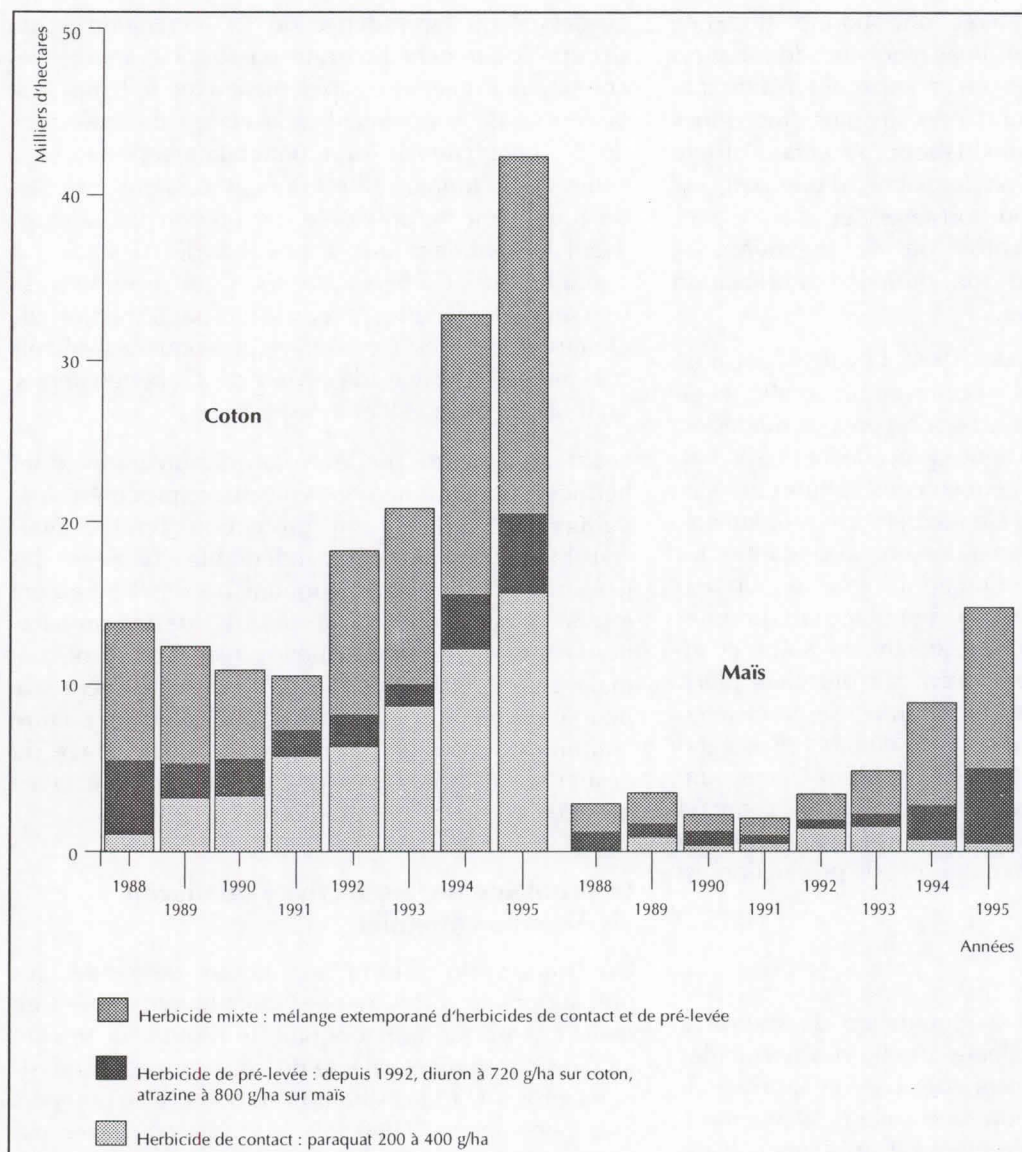


Figure 1.
Vulgarisation
des herbicides
(surfaces traitées
selon le type
de traitement).

rencontraient aussi avec les herbicides antérieurement vulgarisés.

La marge de sécurité pour l'utilisation du diuron et des autres herbicides de pré-lévée en culture cotonnière est donc assez étroite, et certaines précautions élémentaires doivent être respectées : semis réguliers à poquets fermés et respect des doses. C'est ainsi que l'arachide et le niébé qui bénéficient de semis plus soignés que le coton (une graine par poquet, et poquets bien refermés) peuvent être traités avec le diuron ou les autres herbicides vulgarisés, en raison de la sélectivité de position qui dans ces cas-là joue pleinement. Cependant, dans le cas des sols à très faible capacité d'échange, les doses de diuron pourraient être réduites d'un quart, voire de moitié. Les risques de phytotoxicité liés à un précédent coton traité au diuron ou aux autres herbicides vulgarisés sont nuls pour les cultures vivrières suivantes.

Le renouveau du désherbage chimique

Après une campagne de pré-vulgarisation sur quelques hectares en 1991, la Sodécoton vulgarise à partir de 1992 le diuron à 720 g/ha et l'atrazine à 800 g/ha, au détriment des spécialités binaires précédemment utilisées en traitement de pré-lévée. Dès lors, les surfaces traitées aux herbicides cessent de décroître et amorcent une augmentation spectaculaire (figure 1). L'emploi du paraquat, herbicide total de contact apprécié pour son action immédiate, était déjà en augmentation depuis son introduction en 1987. Initialement destiné à compléter l'action des herbicides de pré-lévée dans le cas des labours reverdis, il est utilisé dans des conditions de plus en plus diversifiées. Le paraquat a surtout rendu possible l'émergence du semis direct sur mulch d'adventices ans labour, technique qui a pris en quelques années une ampleur considérable (15 000 hectares de coton

en 1995). Dans ce cas, le paraquat est souvent utilisé en mélange extemporané avec l'herbicide de prélevée qui renforce son effet de choc. Le semis direct sur mulch d'adventices se développe dans la moitié sud de la zone cotonnière où il permet de maintenir ou d'accroître les emblavements malgré le déclin de la motorisation et les problèmes de diverse nature liés au maintien des animaux de trait. Il présente en outre l'avantage de réduire l'exposition du sol à l'agressivité du climat en début de campagne et notamment à l'érosion hydrique.

Outre la conjoncture favorable à l'accroissement des surfaces en coton, les causes de l'expansion actuelle du désherbage chimique sont d'ordre technico-économique et organisationnel.

Des traitements de pré-levée devenus économiquement abordables

À l'échelle de la filière coton et du développement des cultures vivrières, la réduction des coûts de production passe par des économies sur les intrants importés. Le recours au diuron et à l'atrazine a permis de diviser par trois le coût moyen d'un traitement de pré-levée. Plusieurs facteurs concourent à cette spectaculaire réduction des coûts : molécules banalisées, doses réduites et formulations adaptées.

Les associations d'herbicides précédemment destinées au maïs comprenaient toutes de l'atrazine, et les doses de cette matière active sont restées du même ordre de grandeur (800 g/ha actuellement, contre 640 à 1 000 précédemment) ; la réduction globale de la dose d'herbicide est essentiellement imputable à l'absence de la deuxième matière active, appartenant au groupe des chloroacétamides (métochlorure ou alachlore).

Les formulations et les conditionnements sont bien adaptés. La préparation et l'écoulement de la bouillie herbicide préparée avec les poudres mouillables de diuron et d'atrazine n'ont à ce jour posé aucun problème.

Une organisation intégrée

La vulgarisation suppose une bonne organisation des actions de formation et de suivi, ainsi que de la gestion des approvisionnements et du crédit.

Les supports de formation de la Sodécoton sont les parcelles de démonstration, les fiches techniques et les séances de formation et d'information. Plusieurs centaines de parcelles de démonstration sont implantées chaque année depuis 1992 sur coton et cultures vivrières dans l'ensemble de la zone cotonnière. Les fiches techniques destinées aux vulgarisateurs sont annuellement actualisées pour intégrer les nouveautés et les modifications. Le suivi est assuré informellement par le personnel d'encadrement de la Sodécoton, très présent sur le terrain pendant toute la

période de mise en place des cultures, et très à l'écoute des réactions des paysans.

Dans le coût de cession des herbicides sont inclus l'amortissement des appareils, qui appartiennent à la Sodécoton, et la consommation en piles. Les herbicides coton et cultures vivrières sont acquis à crédit et remboursés lors de la vente du coton. Des crédits pour les intrants sont octroyés aux agriculteurs organisés en groupes de caution solidaire, d'une dizaine d'individus par groupe, garantissant le remboursement.

L'impact économique des herbicides en 1995

Une tentative d'évaluation de l'impact de l'utilisation des herbicides sur l'économie familiale des agriculteurs les ayant utilisés au Nord-Cameroun peut être faite en construisant un budget partiel. Celui-ci fait le bilan entre les variations de produits et de charges liés à l'utilisation des herbicides, à savoir les économies de main-d'œuvre sur le sarclage, le surplus de production, le coût de traitements, et le surcoût de main-d'œuvre pour le surplus de récolte.

Un programme optimal d'entretiens comprend deux sarclages et un buttage à effectuer avant que l'enherbement n'atteigne le seuil de nuisibilité économique, par exemple aux 14^e, 28^e et 42^e jours après semis dans un cas de figure standard (GABOREL, 1989). En pratique, le paysan prend quasiment toujours un retard assez conséquent sur les dates optimales d'intervention (DUGUE et DOUNIAS, 1995), ce qui allonge considérablement la durée et la pénibilité des sarclages (GABOREL, 1989), réduit l'efficacité du buttage, et cause des pertes de production. En conditions paysannes, le recours à un traitement herbicide permet à la fois de réduire les temps de sarclages et la période d'enherbement excessif, ce qui permet des économies de main-d'œuvre et des gains de rendements. Au Bénin, dans une région à écologie et agriculture comparables à celle du sud de la zone cotonnière camerounaise, GABOREL et FADOE-GNON (1991) ont conduit en 4 ans, et en étroite collaboration avec les paysans, 175 tests de valeur pratique. Leurs résultats montrent que l'utilisation de l'herbicide dégage des gains de rendement de 240 à 600 kg/ha de coton graine et de 550 à 650 kg/ha de maïs grain et des gains de temps assez constants de 17 à 19 jours/ha pour les deux cultures.

Ces valeurs pourraient être retenues pour la construction du budget, mais par mesure de prudence, les avantages procurés par l'herbicide seront minimisés pour le coton. Ainsi, les économies de main-d'œuvre retenues sont de 18 jours/ha pour le maïs mais sont abaissées à 12 jours/ha pour le coton. Si on considère que l'herbicide réduit les périodes de concurrence excessive de 20 jours pour le maïs mais seulement de 10 jours pour le coton, à raison de 20 et

15 kg/ha/jour, respectivement pour le maïs et le coton, cela établit les gains de rendements dus à l'herbicide respectivement à 400 et 150 kg/ha.

Pour l'évaluation monétaire, on considère que la journée de travail est rémunérée à 500 francs CFA, ce qui représente 9 000 FCFA pour 18 jours de travail ; or, en pratique, les sarclages sont communément facturés à 12 000 ou 16 000 FCFA/ha à la tâche, ce qui confirme que les économies monétaires inscrites dans le budget sont minimisées. Les prix du coton graine en 1995 est de 160 FCFA/kg, celui du maïs grain peut être estimé à 50 FCFA/kg. Les frais liés à la récolte du coton graine (cueillette et mise en marché) peuvent être estimés à 30 FCFA/kg de coton graine, et ceux liés à la récolte du maïs (cueillette des épis, despathage et égrenage) peuvent être estimés à 5 FCFA/kg de grain. Le coût de l'herbicide correspond à un traitement extemporané pré-levée + paraquat à dose faible, revenant à 5 600 + 3 700 = 9 300 FCFA/ha.

Le budget en francs CFA/ha (tableau III) du coton ou du maïs s'établit alors respectivement à plus de 16 000 et de 13 000 FCFA/ha respectivement pour le coton et le maïs, ce qui peut expliquer l'engouement actuel des agriculteurs pour les herbicides.

Tableau III. Termes du budget pour le coton et le maïs, en francs CFA.

Termes du budget	Coton	Maïs
Economie sur le sarclage	+ 6 000	+ 9 000
Valeur surproduction	+ 24 000	+ 20 000
Coût récolte surproduction	- 4 500	- 1 500
Coût traitement herbicide	- 9 300	- 9 300
Bilan	+ 16 200	+ 18 200

Conclusion

L'avenir du désherbage chimique en Afrique cotonnière

L'expérience acquise au Nord-Cameroun sur les trois produits de base, paraquat-atrazine-diuron, sera utile aux agricultures des pays d'Afrique à problématiques voisines, où la lutte chimique vient en complément à un désherbage surtout mécanique. Cependant, une assez large marge de progrès subsiste.

Les possibilités offertes par leur utilisation ne sont pas exploitées au maximum. Les doses des herbicides de pré-levée pourraient être réduites d'un quart ou de moitié pour les sols les plus légers à faible capacité d'échange, mais aussi augmentées en présence de mulch organiques relativement importants. Sur maïs, il est possible de fractionner les applications d'atrazine en deux traitements, voire de supprimer le traitement de pré-levée; sur coton, l'exercice est plus délicat, mais reste possible dans certaines conditions.

Le recours à ces trois molécules représente une solution globalement satisfaisante, mais elle n'est ni totale, ni définitive. Il est nécessaire d'élargir la gamme des herbicides génériques pour diversifier les interventions possibles face à la diversité des problèmes de désherbage (GUERY, 1995). C'est ainsi que trois autres herbicides ont été pré vulgarisés en 1995 sur quelques dizaines d'hectares, le glyphosate et la pendiméthaline déjà évoqués, et le chlortoluron. A 1 000 g/ha, cet herbicide de la famille des urées substituées se montre dans la plupart des situations équivalent au diuron à 720 g/ha ; il présente l'avantage d'être absorbé aussi par voie foliaire et d'avoir un spectre plus large que le diuron vis-à-vis des poacées, ce qui pourrait le rendre plus intéressant que le diuron pour les cultures de coton ou d'arachide en semis direct.

L'étude du comportement des molécules nouvelles en Afrique cotonnière et des conditions souvent assez restrictives de leur mise en œuvre permet d'enrichir le référentiel des solutions techniques potentiellement utilisables, mais ne présente guère d'intérêt pour la vulgarisation à court terme. En effet, depuis plusieurs années et certainement pour assez longtemps encore, les spécialités herbicides coûteuses, proposées à des doses relativement élevées ne sont pas économiquement valables (MARNOTTE, 1995).

Des besoins accrus en logistique et en formation

Un éventail d'herbicides élargi suppose une gestion matérielle plus complexe et des besoins en formation multipliés par la combinaison des possibilités de mélange, complémentation, succession ou alternance des produits. Le maintien d'une organisation efficace intégrant vulgarisation et suivi, logistique et crédit demeure une condition indispensable à la promotion d'une lutte raisonnée.

A cet égard, il ne faut pas mésestimer la capacité d'adaptation des agriculteurs, susceptibles d'adopter rapidement certaines innovations lorsque leurs effets sont clairement perceptibles. L'évolution des pratiques peut alors être très rapide, comme en témoigne l'exemple du sud de la zone cotonnière du Cameroun. Après l'introduction du paraquat en

mélange extemporané avec les herbicides de pré-levée, en moins de dix ans, d'autres types de traitements et de mise en place des cultures sont passés dans la pratique : paraquat seul en prélabour ou pré-levée, traitements dédoublés, semis directs sans labours. Pour accroître et accélérer ce processus de formation par l'exemple, la promotion et la généralisation auprès des paysans de la méthode de la bande témoin, deux à trois lignes non traitées sur quelques mètres, représente un moyen didactique très puissant. Cette méthode, qui permet d'apprécier efficacité, sélectivité, et croissance des cultures, est d'autant plus enrichissante qu'elle est pratiquée par de nombreux utilisateurs voisins. En effet, les comparaisons permettent d'appréhender la variabilité des effets des traitements, qui peut être très importante suivant les parcelles et les conditions de réalisation. La recherche des causes de cette variabilité par discussion entre voisins, voire avec le concours d'un formateur, permet aux praticiens d'apprendre à mieux connaître les effets des différents produits suivant les conditions où ils sont utilisés.

Références bibliographiques

ANDERSON W.R., 1977. Weed Science : Principles. West Publishing Co., New York, Etats-Unis.

CAUSSANEL J.P., 1989. Nuisibilité et seuil de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : relation de concurrence bispécifique. *Agronomie* 9 : 219-240.

DEAT M., 1977. Les adventices des cultures cotonnières en Côte d'Ivoire. *Cot. Fib. Trop.*, vol. 31 (4) : 419-427.

DOGETT H., 1965. *Striga hermonthica* on *Sorghum* in East Africa. *J. Agric. Sci.* 65 : 183-194.

DUGUE P., DOUNIAS I., 1995. Intensification, choix techniques et stratégies paysannes en zone cotonnière du Cameroun. Le cas des systèmes de culture des zones d'installation des agriculteurs migrants. Communication au séminaire Succès et échecs des révolutions vertes, Montpellier, France, 6 septembre 1995. Montpellier, France, CIRAD.

GABOREL C., 1989. La nuisibilité des adventices en culture cotonnière au Bénin. Relations entre le niveau d'enherbement et les temps de travaux. *In Actes de la 1^{re} conférence de la recherche cotonnière africaine,*

Lomé, Togo, 31 janvier-2 février 1989. Montpellier, France, CIRAD-IRCT. Tome I, p. 385-394.

GABOREL C., FADOEGNON B., 1991. Le désherbage chimique du cotonnier et du maïs au Bénin. Acquis et propositions de la recherche. *In comptes rendus de la réunion de coordination de recherche phytosanitaire cotonnière*, Ouagadougou, Burkina, 26-31 janvier 1991. Montpellier, France, CIRAD-IRCT, p. 135-151.

GLIESSMAN S.R., 1988. Ecology and management of weeds in traditional agroecosystems. *In Weed Management in agroecosystems : ecological approaches*, Liebman M., Altieri M. (Eds). CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, Etats-Unis, p. 237-244.

GRARD P., LE BOURGEOIS T., MERLIER H., 1995. *Adventrop Doc : Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne*. Montpellier, France, CIRAD-CA, CD-ROM.

GUERY B., 1995. Dossier entretien des sols de vigne. Désherbage chimique de pré-levée. Des partenaires pour les triazines et le diuron : une nécessité. *Phytoma. La défense des végétaux* 478 : 24-26

HAMDOUN A.M., 1977. Competitive effects of weeds upon growth and yield of cotton, groundnuts and sorghum in the Kenana Area of the Sudan. *Z. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 84 : 509-515.

KHADE S.T., 1982. Control of *Striga*. Results from Punjabrao Krishi Vidyapeeth. *In Proceedings of Working Group Meeting on Striga control*, Akola, India, ICRISAT/ICAR, 83-93.

LE BOURGEOIS T., MERLIER H., 1995. *Adventrop : les adventices d'Afrique soudano-sahélienne*. Montpellier, France, CIRAD-CA, 640 p.

LE BOURGEOIS T., 1992. *Commelina benghalensis* L. (*Commelinaceae*) : Recherche d'un système de lutte intégrée en culture cotonnière au Nord-Cameroun. *In Compte rendu du IX^e colloque international sur la biologie des mauvaises herbes*, Dijon, France, septembre 1992, p. 153-162.

MARNOTTE P., 1995. Utilisation des herbicides : contraintes et perspectives. *Agriculture et développement* 7 : 12-21.

MARTIN J., 1991. L'agronomie coton et le désherbage. *In Actes de l'atelier de malherbologie*, Garoua, Cameroun, 5-6-7 août 1991. Section malherbologie, IRA Garoua, Cameroun, p. 23-33.

MARTIN J., GERARDEAUX E., 1994. L'expérimentation sur le désherbage chimique du maïs en zone cotonnière au Nord-Cameroun. *In Progress in food grain research and production in semi-arid Africa*. SAFGRAD Inter-Network Conference, Niamey, Niger, 3-7 mars 1991. SAFGRAD, Ouagadougou, Burkina, p. 513-522.

MERLIER H., 1977. Désherbage chimique du maïs. Rapport annuel de synthèse 1977, IRAT, Bouaké, Côte d'Ivoire, 20 p.

OGBORN J., 1970. Methodes of controlling *Striga hermonthica* for west african farmers. Proc. Agric. Res. Seminar. Sorghum-Millet Res. in West Africa, Bambey, Sénégal, 22 p.

PARKINSON V., EFRON Y., BELLO L., DASHIELLE K., 1987. Trap crops as a cultural measure in *Striga* control in Africa. Plant Production and Protection, FAO, 35 : 51-54.

RAMAIAH K. V., PARKER C., 1982. Striga and other weeds in *Sorghum*. Proc. Int. Symp. on Sorghum, ICRISAT Information Bulletin 15, 52 p.

ROBINSON E.L., DOWLER C.C., 1966. Investigations of catch and trap crops to eradicate witchweed (*Striga asiatica*). Weeds 14 : 275-276.

ROOSE E., 1992. Erosion, dégradation et restauration des sols ferrugineux tropicaux sableux sous culture intensive dans la zone cotonnière soudanienne du Nord-Cameroun (S.E. Bénoué). In Compte rendu de mission ORSTOM, 7-22 mai 1992, Montpellier, France, 13 p.